

農業機械分野における 自動運転と安全性について

東京農工大学 大学院農学研究院

澁澤 栄

日本学術会議
「自動車の自動運転」課題別委員会
2019年3月29日

従来の無人機械、農作業ロボット

特徴 レール有, 閉鎖空間, 小型, 資格



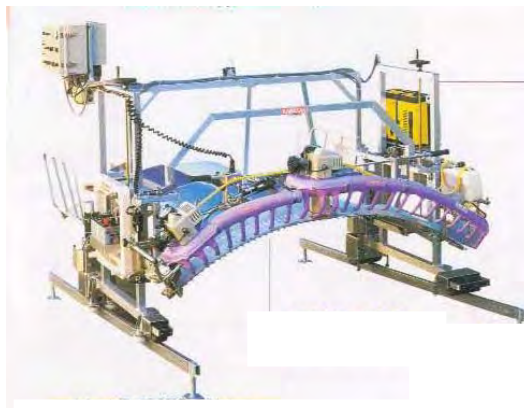
無人モノレール



ロボットスプレーカ



搾乳ロボ



自動摘採機



イチゴ収穫ロボ

農作業ロボット試作機

特徴 レール無(自律), 開放空間, 大型, 資格?



田植機
(田植え)



乗用トラクタ
(耕うん, 播種等)

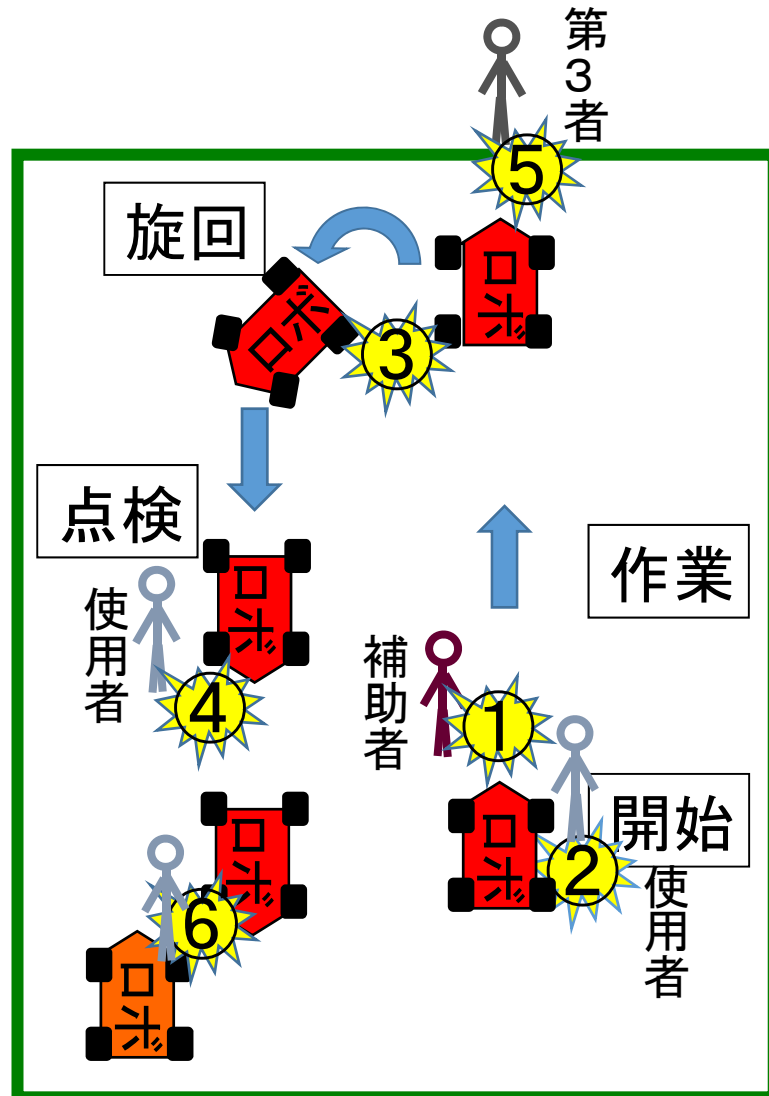


コンバイン
(収穫)



→安全性確保重要

ロボット作業のリスク例



リスク(危険性)

- ①開始時衝突
(周囲確認, 合図不足)
- ②機械から転落
(走行したまま乗降車)
- ③経路逸脱し衝突
(入力ミス, 故障, 位置情報不調)
- ④不用意接近衝突, 巻き込まれ
(点検・補給時, 第3者侵入)
- ⑤作業エリア外暴走
(入力ミス, 故障)
- ⑥ロボット同士衝突, 挟まれ
(入力ミス, 故障)
- ⑦用途外使用(改造、想定外)

車両系農作業ロボット安全の動き

農水省ロボット安全ガイドライン

ISO18497 (安全国際規格)

安全確保のための要件

日農工

ロボ分科会、国内共通化

- ・安全装置
日農工規格、GL
- ・安全使用方法
使用者訓練、看板GL

農機メーカー

- ・ロボ改良、訓練コース

革新工学センター

- ・SIP複数ロボ安全
安全要件(案) ハード、ソフト
- ・評価法、SIP人検知
評価試験法(案)
試験法、装置、指標、基準

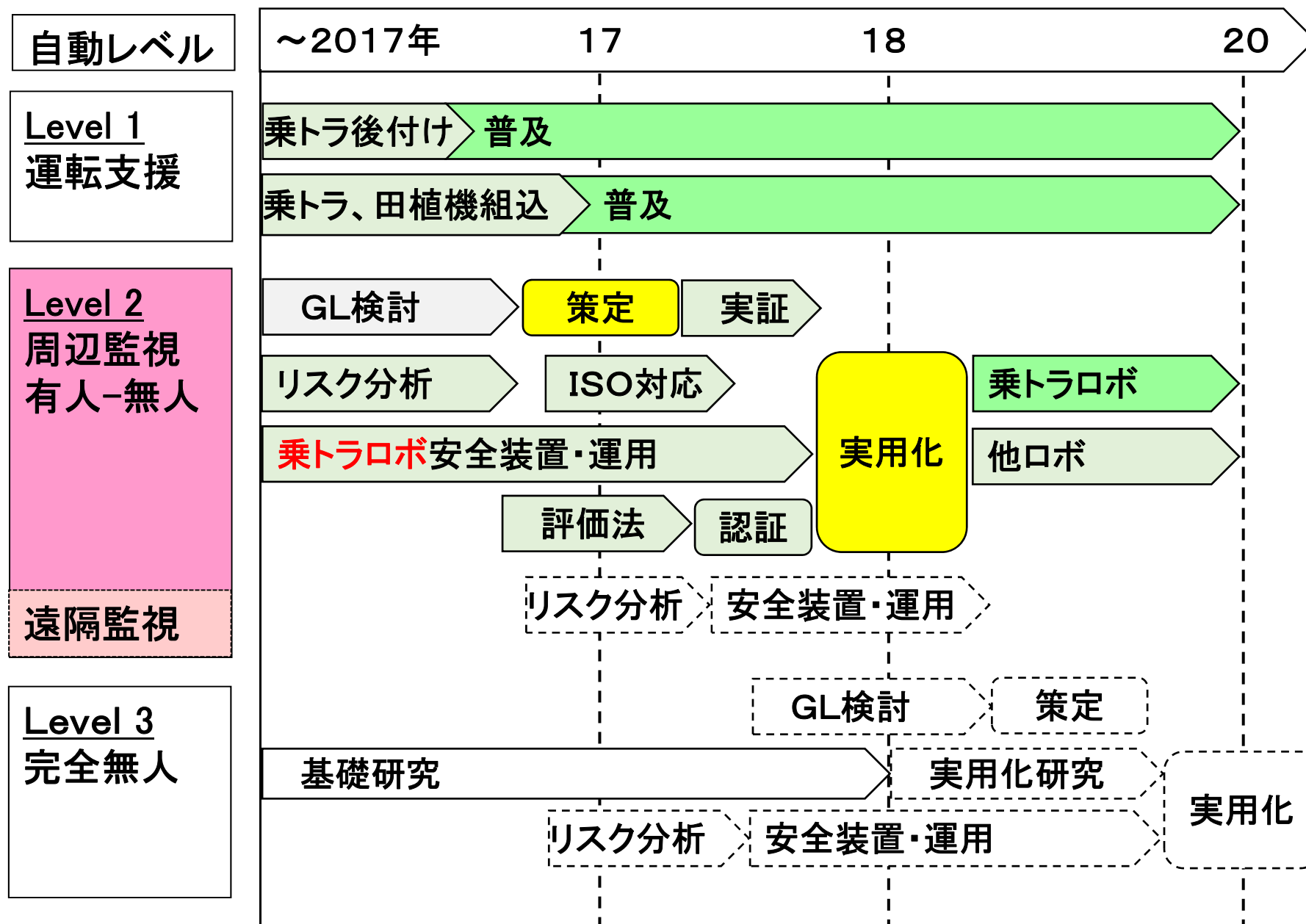
機械化協会

- ・ロボ安全事業
- ・現地実証
- ・使用者訓練実証

ロボット安全試験制度、訓練制度

ロボット実用化

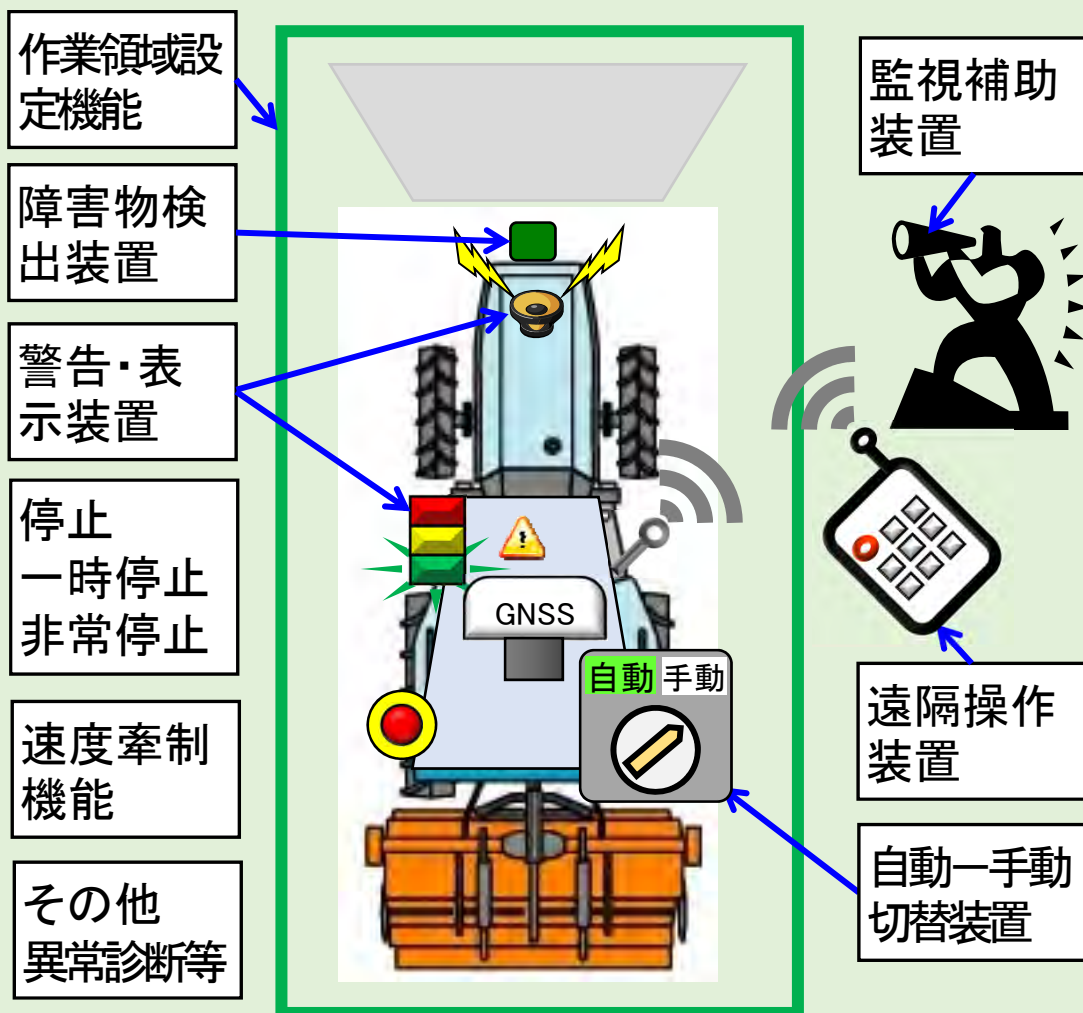
自動化レベルと研究スケジュール



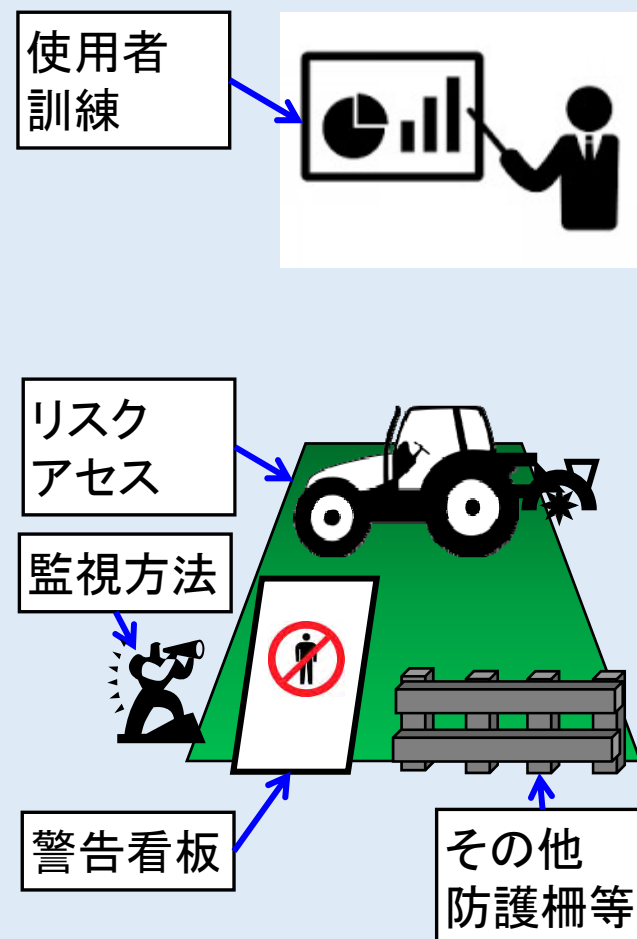
車両系農作業ロボットの安全要件

レベル2 (周辺監視、有人-無人)

ロボット(ハード)



運用(ソフト)



使用者訓練プログラム要件案

◆学科

- ア. ロボットの主要構成機器と役割
- イ. 自律走行の原理
- ウ. ほ場、領域、経路の設定方法
- エ. 基準局の設置と点検
- オ. ロボットの点検
- カ. ロボットの始動、停止及び再開
- キ. ロボットを安全に利用するために
ロボット農機安全ガイドライン、
警告看板設置、安全機能、ほ場条件、
環境条件、危険と対応策、
管理者・使用者・補助者注意義務

- ク. 故障診断と対応、トラブル時対応
- ケ. 事故例、事故発生時の対応
- コ. 責任（製造者、管理者、使用者）
- ケ. 保険加入について

◆実技

- ア. ロボットの点検
- イ. GNSS装置の設置
- ウ. ロボットの初期設定
- エ. ロボットの始動・停止・再開
- オ. ほ場への第3者侵入防止
- カ. ロボットの監視及び非常停止
- キ. ロボットの異常時の対応方法
- ク. 安全装置の操作、復帰

→日本農業機械工業会（日農工）

「ロボット農機の安全性確保のための指導者養成並びに使用者訓練ガイドライン」

「衛星測位システムを利用したロボット農機の訓練カリキュラムの具体的項目」

「ロボット農機の使用訓練の記録・管理に関するガイドライン」

警告看板要件案

関係者及び第三者へ注意喚起する

- 1) パネルの大きさ、色
- 2) 警告内容

→日農工「ロボット農機の安全性確保のための警告看板等の作成・設置に関するガイドライン」



関係者以外
立入禁止
Restricted area

農作業ロボットによる無人運転作業中です。ロボットと衝突する危険性があるので、作業中の圃場(田、畑)に入らないでください。事故、損害等一切の責任を負いませんので、ご注意ください。

連絡先
農研工業株式会社
電話 090-1234-5678

タイトル
(禁止マーク,
禁止内容, 注
目, 注意喚起)

本文
(作業内容,
危険性, 注意
喚起, 免責)

ロボット写真
(作業状態)

連絡先
(会社名, 電
話番号等)

案1 大人用



KEEP OUT CAUTION KEEP OUT

たち いり きん し
立入禁止
トラクター
無人作業中!

非常時連絡先

KEEP OUT CAUTION KEEP OUT

たち いり きん し
立入禁止
トラクター
無人作業中!

非常時連絡先

ご協力感謝します

農林水産省 ガイドライン改訂

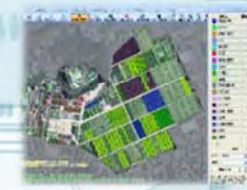
2013年11月～

1 超省力・大規模生産を実現



GPSの自動走行システムの導入による
農業機械の夜間走行・複数走行・
自動走行等で、作業能力の限界を打破

2 作物の能力を最大限に発揮



センシング技術や過去のデータに基づく
きめ細やかな栽培により(精密農業)、
作物のポテンシャルを最大限に引き出し
多収・高品質を実現

スマート農業

ロボット技術、ICTを活用して、超省力・高品質
生産を実現する新たな農業

3 きつい作業、危険な作業から解放



収穫物の積み下ろしなどの重労働を
アシストスーツで軽労化するほか、
除草ロボットなどにより作業を自動化

4 誰もが取り組みやすい農業を実現



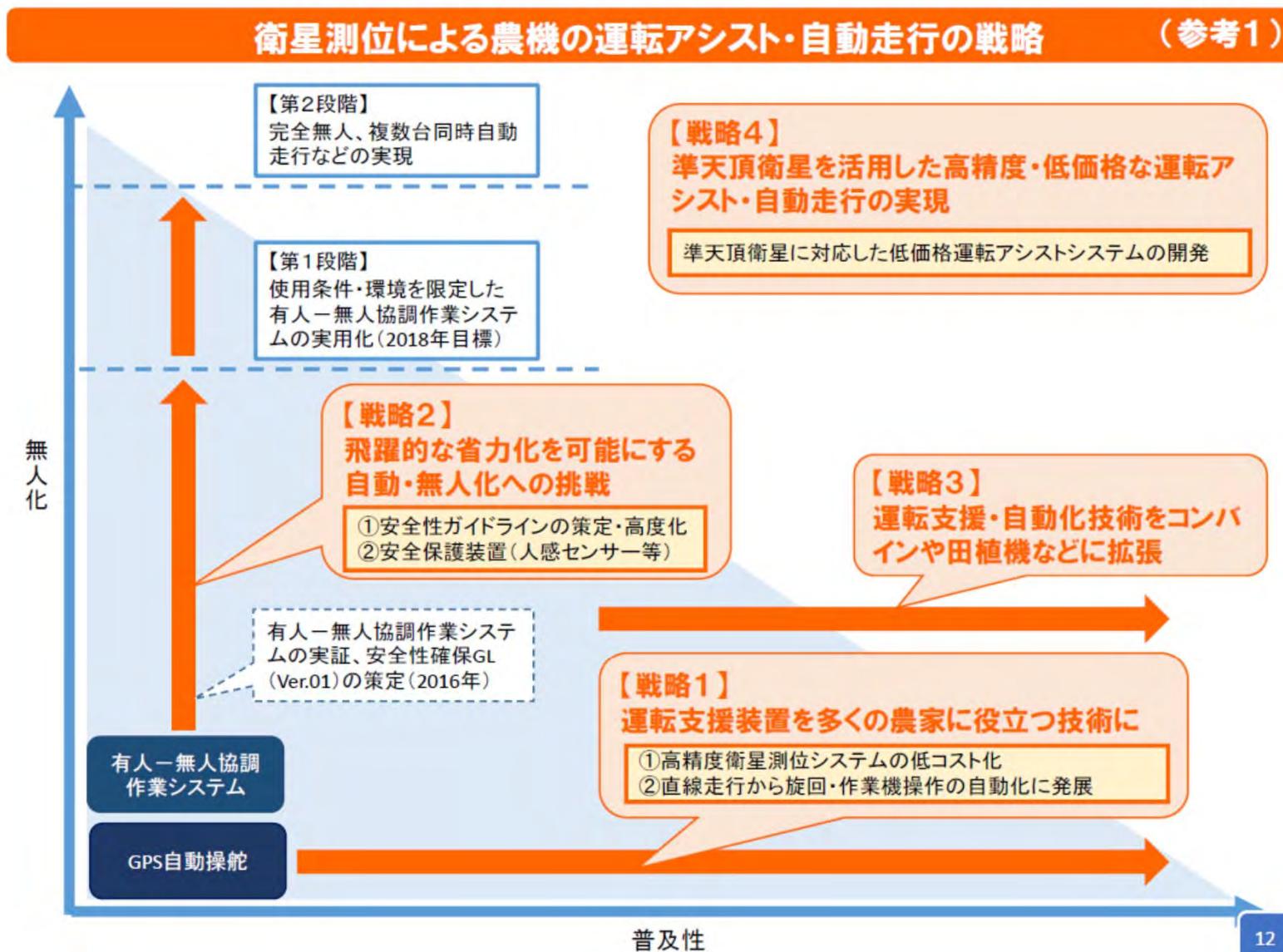
農業機械のアシスト装置により経験の浅い
オペレーターでも高精度の作業が可能となる
ほか、ノウハウをデータ化することで若者等が
農業に続々とトライ

5 消費者・実需者に安心と信頼を提供



クラウドシステムにより、生産の詳しい
情報を実需者や消費者にダイレクトに
つなげ、安心と信頼を届ける

運転アシスト・自動走行の戦略



ロボット技術ニーズと課題

ロボット技術に対する現場のニーズと今後の技術開発の課題		
	現場のニーズ	今後実現すべき技術
土地利用型作物	◆ 農業機械のオペレーター人材確保が困難 ◆ ほ場枚数が増加する中できめ細かな生育・水管理が困難 ◆ 除草は単調で作業負担・リスクが大きい ◆ 中山間地や狭小なほ場では、無人ヘリによる農薬散布が困難 ◆ 収量や品質がばらつき、均一な管理が困難	◆ 衛星測位による農機の運転アシスト・自動走行 ◆ 水位制御の自動化 ◆ 遠隔監視による見回り作業の軽労化 ◆ 畦畔除草等のロボットによる自動化 ◆ 適正かつ軽労な防除のためのドローンなどによる空中散布の自動化 ◆ センシングに基づく作業の精密化
地域作物	◆ 収穫機の台上で選別するのに多くの人手が必要	◆ 台上選別が不要となる省力収穫ロボット
野菜	◆ 畑の見回りや有害鳥獣の監視は重労働 ◆ 大規模な施設園芸で多収・高品質生産を実現するにはきめ細かな環境制御が必要 ◆ ホウレンソウやキャベツ、レタスなど主要な葉茎菜類で機械化が遅れている ◆ トマトなどの果菜類、果樹は手作業での収穫 ◆ 収穫物のほ場内運搬に多くの労力が必要	◆ 遠隔監視による見回り作業の軽労化 ◆ 施設園芸における複合環境制御技術 ◆ 品目共通で利用できる葉茎菜類・果菜類の収穫ロボット ◆ 収穫物運搬の自動化
果樹	◆ 園地内の除草作業は単調で労働時間が長い ◆ 防除作業は作業負担が大きくリスクが高い ◆ 受粉や摘花、収穫などは手作業であり、作業負担が大きい ◆ 収穫物の運搬に多くの労力が必要 ◆ 軟弱果実のコンテナからの荷下ろしや箱詰めなどに人手の確保が難しい ◆ 傷や内部の病害虫などの検出手作業に頼る	◆ 園地除草のロボットによる自動化 ◆ 自動走行防除機 ◆ 品目・作業横断的に活用可能な汎用ロボット ◆ 収穫物運搬の自動化 ◆ 農業用アシストスーツの実用化 ◆ 選果施設における手作業の自動化 ◆ 収穫物の評価システム
酪農・畜産	◆ 様々な作業で機械・ロボットが導入されている	◆ ロボットを活用した飼養体系で乳用牛のベストパフォーマンスを発揮 ◆ ロボットによる管理作業の自動化

今後のロボット技術展開方向

各品目ごとの作業の現状と今後のロボット技術の展開方向①

品目	技術	現状	今後の展開方向
土地利用型	衛星測位を活用した運転支援・自動走行システム	作業者の腕を必要とする運転操作  オペレーター人材の確保が困難に (経験の少ない方や機械の苦手な女性等には難しい)	参考1 (P.12) 経験がない者でも精度の高い作業のできるGPSを用いた運転アシスト □ 高精度衛星測位システムの低コスト化 □ 運転支援を直線走行から旋回、作業機操作の自動化に展開 □ 運転支援、自動化技術をコンバインや田植機などに拡張
		機械の大型化などによる効率化	複数台を同時に操作可能な有人-無人協調走行システム □ 障害物や人の検知などの安全保護技術の確立 □ 有人-無人協調走行システムの実用化に向けた安全性等の実証 ■ 高精度測位のためのインフラ (RTK-GPS基地局など) の整備戦略の検討 ■ 安全性ガイドラインの策定

自動化レベル※

農水省スマート農業研究会

●レベル0 手動操作

- ・操作全て使用者手動



●レベル1 使用者が搭乗して自動化

- ・使用者農機搭乗
- ・ハンドル操作一部自動化



●レベル2 使用者監視下自律走行

- ・無人で自律走行
ハンドル、発進・停止、作業機制御
- ・使用者監視、危険判断、非常時操作
- ・第3者不在



●レベル3 無人完全自律走行

- ・無人で自律走行
ロボット自身で監視、非常停止
- ・使用者 モニタ遠隔監視



※自動化は田、畑内のみ(道路以外を対象)

農水省 HPより

農作業ロボット国際安全規格

ISO18497(2018)

ISO/TC23/SC3

Agricultural machinery and tractors

2018年11月

— Safety of highly automated agricultural machines

— Principles for design

まえがき

序文

1 適用範囲

2 引用規格

3 用語および定義

4 安全要求事項および保護／リスク低減方策

一般、保護の原則、機械の有効な操作、操作手順、運転表示、自動運転の優先、遠隔停止、ベンダント制御、作業速度、通信システム、知覚システム、安全防護システム、視覚および聴覚警報、遠隔運転者による制御

5 安全要求事項および保護またはリスク低減方策の検証

6 使用に関する情報

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人:農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター、略称「生研支援センター」)において実施されました。

スライドは、農研機構農業技術革新工学研究センターより提供いただきました。